

УДК 635.657:631.547:631.526.3:631

Побережна Л. В.

аспірантка кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: lydmila19820226@gmail.com
ORCID: 0009-0002-0385-4688

Бахмат О. М.

професор кафедри екології та загальнобіологічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: gerbah@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8015-1567

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Анотація

Встановлено, що фотосинтезуюча діяльність посіву нуту звичайного є головною складовою формування його продуктивності. Головне завдання – це конструювання таких посівів, які б максимально ефективно використовували сонячну енергію на нагромадження господарсько цінного врожаю зерна. Цей процес, в свою чергу, має базуватись на вивченні залежностей формування листової поверхні посіву від технологічних заходів технологій та абіотичних чинників впродовж онтогенезу рослин. Разом з тим відмічено, що основним показником, який найкраще характеризує стан посівів нуту звичайного з погляду їх фотосинтетичної діяльності, є площа листків рослин.

На даний час, фотосинтетичну діяльність нуту звичайного мало вивчено. Відомо те, що рослини нуту, так як і інші бобові культури розвивають листя поступово, у міру зростання стебла та розвитку бічних пагонів. На початку росту та розвитку рослин нуту маса їх листків та поверхня наростають повільно, тому мають низьку конкурентоспроможність порівняно з бур'янами.

Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу рослин нуту звичайного отримали на варіанті із застосування будь-яких додаткових заходів оптимізації живлення – 0,869 млн. м²/га із коефіцієнтом приростного співвідношення 1,8. Встановлено, що найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу спостерігали у міжфазний період сходи-достигання вказаних значення для цих же варіантів склали 1,491 млн. м²/га та 2,395 млн. м²/га, тобто вище цього значення з коефіцієнтом приросту 1,6.

У результаті проведених польових досліджень мінімальна частка впливу на формування площі листків відмічена від заходу обробка насіння мікродобривами із 9,87% у фазу сходів, до 6,43% у фазу досягання. Частка впливу позакорневих підживлень співпала з періодом активних ростових процесів нуту звичайного на міжфазний період бутонізація-формування бобів і становила 39,9%. У фазі досягання зерна, серед досліджуваних чинників у досліді, вплив позакорневих підживлень був максимальним 31,31%, що підтверджує їх роль у активному функціонуванні листового апарату рослин нуту звичайного на завершальних етапах продуктивного періоду росту і розвитку рослин.

Ключові слова: нут, сорт, позакореневе підживлення, мікродобрива, ріст і розвиток, урожайність зерна, якісні показники.

Вступ. На думку науковців [1, 2, 3, 5], для підвищення ефективності посівів слід використовувати усі шляхи оптимізації вирощування культури. Значну роль при цьому відіграють густота і щільність посівів. Важливим є не лише формування площі листків, а й його розташування за висотою. Чим рівніше воно розміщене, тим сприятливіша для формування структура посіву. У цьому випадку зниження освітленості листків за висотою його розміщення не буде значним і посіви не відчуватимуть світлового голоду, а навпаки, коефіцієнт використання ФАР збільшиться. Саме тому рослини з вузькими листками, яке розташоване майже вертикально і рівномірно за висотою, мають високу інтенсивність фотосинтезу. У своїх дослідженнях Г.І. Сухова [9] з посиланням на ряд досліджень [6, 4, 8] енергія сонячних променів поглинається всіма органами рослини, але більшою мірою – пластинками листків. У нуту звичайного листки утворюються спочатку в міру зростання стебла і розвиваються поступово, від низу до верху. У результаті в посівах певним чином змінюється світловий режим, на поглинену листками рослин енергію припадає до 80–90%, решта поглинається стеблами й іншими органами. При цьому, на сумарний фотосинтез рослин через листків припадає 60–95%. У деяких зернобобових культур, у тому числі й у нуту звичайного, частиною листків є вусики, які теж беруть участь у фотосинтезі й підтримують рослини у більш випрямленому положенні, що сприяє інтенсивнішому процесу фотосинтезу [7, 10].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Враховуючи наведені аргументи, важливим у плані вивчення особливостей формування асиміляційної поверхні нуту звичайного встановлено особливості формування листкового її апарату за рівнем облистяності, що дозволило оцінити темпи і динаміку співвідношень стеблової частини рослин і листків. Результати таких досліджень представлено у таблиці 1. Слід відмітити, що величина облистяності за нашими спостереженнями є досить високою у порівнянні із аналогічним показником для рослин інших зернобобових культур. Це пов'язано з повільними темпами росту стеблової частини нуту звичайного у перші періоди вегетації. Так на фазу бутонізації частка листків у загальній фітомасі рослини змінювалась від 58,4 до 73,8% залежно від варіанту досліджень. Встановлено зниження показника у варіантах застосування інокуляції та обробки насіння у порівнянні до варіантів без їх застосування. На цю фенологічну фазу досліджуваний варіант з інокуляцією мав на 7,45% меншу облистяність рослин. На варіанті із застосуванням обробки насіння мікродобривом на фоні без інокуляції зниження показника склало 2,93%, а на фоні з інокуляцією 3,07%.

У варіантах застосування позакореневих підживлень нуту звичайного у середньому по варіантах відмічено зниження облистяності на 2,90% без внесення Бор (В), 1,53% – за внесення Молібден (Мо) та 5,03% – за комбінованого застосування даних мікродобрив.

Таблиця 1. Облистяність рослин нуту звичайного залежно від застосування інокулянтів та мікроелементів, %, 2021–2023 рр.

Інокуляція (чинник А)	Добрива (чинник В)	Позакореневе підживлення (чинник С)	Фенологічні фази розвитку		
			Бутонізація	Цвітіння	Достигання
Без інокуляції	Без внесення добрив	Без підживлення	73,8±8,2	63,7±6,3	23,4±7,9
		Бор (В)	70,8±6,9	57,9±7,8	25,5±8,2
		Молібден (Мо)	73,5±7,9	60,9±8,2	26,8±8,5
		Бор (В)+ Молібден (Мо)	70,2±6,7	55,8±9,3	33,9±8,7
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Без підживлення	71,9±9,5	61,3±7,2	31,5±6,9
		Бор (В)	66,9±8,7	56,1±7,7	32,7±7,3
		Молібден (Мо)	71,5±8,6	58,8±7,9	33,8±7,7
		Бор (В)+ Молібден (Мо)	65,4±9,8	54,2±8,4	34,9±7,9
З інокуляцією	Без внесення добрив	Без підживлення	67,8±8,4	58,6±5,9	32,6±6,7
		Бор (В)	62,8±7,2	55,9±6,4	34,1±6,9
		Молібден (Мо)	67,3±7,5	56,8±6,9	35,8±7,2
		Бор (В)+ Молібден (Мо)	60,9±8,6	53,7±7,5	36,9±7,4
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Без підживлення	63,9±7,7	55,8±4,9	33,7±5,5
		Бор (В)	60,7±7,2	53,5±5,5	36,2±6,8
		Молібден (Мо)	63,5±8,3	54,3±5,8	37,5±7,9
		Бор (В)+ Молібден (Мо)	58,4±7,9	51,4±6,7	39,1±8,5

У фазу цвітіння нуту звичайного рослин за ростових процесів стеблової частини, частка листків у загальній фітомасі продовжувала знижуватися у середньому на 12,7%.

Специфічні особливості формування даного показника відмічено на фазу досягання зерна рослин нуту звичайного. Як відмічено у досліді, в динаміці нагромадження вегетативної маси рослин при застосування системи інокуляції в комплексі з позакореневими підживленнями покращує збереженість фізіологічно активного стану асиміляційної поверхні. Так у середньому на варіанті з інокуляцією значення облистяності рослин було на 5,43% вищою ніж на варіанті без її застосування. Застосування обробки насіння мікродобривами забезпечило приріст листової маси у 5,83% на фоні без інокуляції та 1,78% на фоні з інокуляцією. Послідовне застосування варіантів позакореневих підживлень забезпечило у співставленні до варіантів без їх застосування послідовні прирости 1,83%, 3,18% та 5,90%, відповідно. У підсумку максимальна збереженість асиміляційної поверхні за рівнем облистяності відмічена у варіанті комплексного застосування інокуляції, обробки насіння мікродобривами за умов застосування двох позакореневих підживлень на рівні 39,1% на фазу досягання, що склало 15,7% до контрольного варіанту без застосування вказаних варіантів живлення.

Встановлено, що до періоду генеративного розвитку та початку формування бобів листової маса нуту звичайного і її поверхня досягають максимуму. Проте до цього періоду нижні листки починають відмирати, особливо в загущених посівах, зменшуючи фотосинтетичну активність рослин, у зв'язку із чим нерідко відбувається осипання значної кількості утворених суцвіть і плодів. За фазами вегетації приріст надземної біомаси відбувається неоднаково. Залежно від сортових особливостей і умов вирощування, одна рослина нуту звичайного має від одного до 3–6 однаково розвинених бічних пагонів, що, у свою чергу, розгалужуються на гілки другого, третього і подальших порядків. До фази утворення бобів маса стебел всієї надземної біомаси рослин нуту звичайного становить 36–42%. Враховуючи, що на стадії цвітіння у межах варіантів інтервал частки стебла за різницею по відношенню до частки листків знаходився у межах 36,3–48,6%, отримані дані підтверджують позитивні особливості ростових процесів у рослин нуту звичайного. З іншого боку, зниження облистяності у варіантах із застосуванням заходів оптимізації живлення нуту звичайного пояснюється особливістю прискорення морфогенезу рослин за

оптимізації їх живлення із зміною структури співвідношення окремих частин рослин за критерієм так званого вегетативного зусилля. Саме такий показник росту і розвитку рослин нуту звичайного відмічено в наших дослідженнях.

Встановлено, що життєдіяльність рослини загалом залежить від великої кількості проміжних метаболічних ланок, з початком фотосинтезу. Як відомо, за рахунок цього процесу утворюється до 95% сухої речовини. Одним із показників такого функціонування є вміст хлорофілу. У багатьох наукових роботах було показано, що істотний вплив на утворення хлорофілу має інокуляція, мінеральне живлення, водний режим та інші фактори зовнішнього середовища, вміст якого можна регулювати за допомогою агротехнічних прийомів. Результати спостережень та біометричних вимірів рослин були підтверджені нашими дослідженнями (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст хлорофілу в листках нуту звичайного залежно від інокуляції та застосування мікродобрив, (мг/г сирової речовини), 2021–2023 рр.

Інокуляція (чинник А)	Добрива (чинник В)	Позакореневе підживлення (чинник С)	Фенологічні фази розвитку								
			Бутонізація			Цвітіння			Достигання		
			а	б	а+б	а	б	а+б	а	б	а+б
Без інокуляції	Без внесення добрив	Без підживлення	1,17	0,52	1,69	1,07	0,41	1,48	1,01	0,38	1,39
		Бор (В)	1,22	0,55	1,77	1,11	0,44	1,55	1,04	0,41	1,45
		Молибден (Мо)	1,17	0,51	1,68	1,20	0,51	1,71	1,08	0,44	1,52
		Бор (В)+ Молибден (Мо)	1,28	0,64	1,92	1,28	0,54	1,82	1,12	0,46	1,58
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Без підживлення	1,19	0,51	1,70	1,08	0,42	1,50	1,05	0,37	1,42
		Бор (В)	1,25	0,58	1,83	1,14	0,47	1,61	1,11	0,39	1,5
		Молибден (Мо)	1,19	0,50	1,69	1,23	0,54	1,77	1,18	0,41	1,59
		Бор (В)+ Молибден (Мо)	1,34	0,57	1,91	1,36	0,58	1,94	1,24	0,42	1,66
З інокуляцією	Без внесення добрив	Без підживлення	1,34	0,55	1,89	1,21	0,47	1,68	1,12	0,41	1,53
		Бор (В)	1,39	0,60	1,99	1,19	0,52	1,71	1,13	0,44	1,57
		Молибден (Мо)	1,28	0,56	1,84	1,30	0,55	1,85	1,22	0,43	1,65
		Бор (В)+ Молибден (Мо)	1,44	0,68	2,13	1,47	0,62	2,09	1,28	0,45	1,73
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Без підживлення	1,36	0,57	1,93	1,24	0,50	1,74	1,18	0,42	1,6
		Бор (В)	1,42	0,62	2,04	1,24	0,55	1,79	1,21	0,44	1,65
		Молибден (Мо)	1,31	0,58	1,89	1,33	0,62	1,95	1,27	0,45	1,72
		Бор (В)+ Молибден (Мо)	1,48	0,68	2,16	1,52	0,68	2,20	1,36	0,47	1,83
НІР* (мг/г) хлорофіл а		А 0,011; В 0,009; С 0,009; D 0,013; АВ 0,016; АС 0,016; АD 0,022; ВС 0,013; ВD 0,018; CD 0,018; АВС 0,022; АВD 0,031; АСD 0,031; ВСD 0,026; АВСD 0,044									
НІР* (мг/г) хлорофіл б		А 0,009; В 0,007; С 0,007; D 0,011; АВ 0,013; АС 0,013; АD 0,019; ВС 0,011; ВD 0,011; CD 0,015; АВС 0,018; АВD 0,026; АСD 0,026; ВСD 0,021; АВСD 0,036									

Встановлено, що у процесі росту і розвитку вміст як хлорофілу А, так і хлорофілу В змінювався. Середній вміст по варіантах дослідження було обліковано на фазу бутонізації на рівні 1,30 мг/г сирової речовини хлорофілу А та 0,58 мг/г сирової речовини хлорофілу В. На фазу цвітіння – відповідно 1,25 та 0,53 мг/г сирової речовини, а на фазу достигання – 1,16 та 0,42 мг/г сирової речовини, відповідно. Така динаміка корелює із фізіологічною активністю асиміляційного апарату нуту звичайного з максимум інтенсивності фотохімічних реакцій в інтервалі від стеблуння до повного цвітіння. При цьому концентрація хлорофілу В була істотно нижчою за фазами вегетації нуту звичайного, що також відповідала закономірностям формування співвідношення між обома видами хлорофілу в рослинах.

Застосування як інокуляції, так і позакореневих підживлень позитивно впливало на концентрацію обох пігментів у листі нуту звичайного. Приріст концентрації хлорофілу А та В у середньому на фоні із застосуванням інокуляції склав на фазу бутонізації 12,3% та 10,5%, відповідно. На фазу цвітіння ці показники були на рівні 10,9% та 15,3%, відповідно, а на фазу достигання 7,4% та 15,1%. Нами відмічено якісне підвищення хлорофілу В у процесі фізіологічного старіння рослин нуту звичайного, що впливало на перебіг фотохімічних перетворень у рослині.

Застосування мінеральних добрив N₃₀P₂₀K₃₀ мало також позитивний приріст концентрації обох хлорофілів з тим же характером змін впродовж всієї вегетації нуту звичайного. Проте прирости до варіантів без даного фактора були в інтервалі 1,3–5,0% на фоні без інокуляції та 2,0–10,0% на фоні з інокуляцією насіння.

Одноразове застосування мікродобрив у варіанті Бор (В) по всіх варіантах обробки насіння та їх відсутності, забезпечило зростання цього показника на рівні 1,7–10,0% залежно від фенофази з максимумом на фазу бутонізації.

Аналогічний показник для одноразового застосування мікродобрива у варіанті Молибден (Мо) було на рівні 8,0–24%. За подвійного застосування цього мікродобрива у підживленні було в інтервалі 9,0–34,0%. У підсумку враховуючи синергічний характер дії факторів дослідження максимальна концентрація хлорофілу А та В була відмічена за період досліджень у варіанті комплексного і повного застосування технологічних чинників оптимізації живлення нуту звичайного із приростом до абсолютного показника за сумою хлорофілів А і В на рівні 27,8% на фазу бутонізації, 48,6% на фазу цвітіння та 31,7% на фазу достигання.

Встановлено також, що на величину вмісту обох видів хлорофілів здійснюють вплив погодні умови за період відповідних феностадій рослин нуту звичайного. Так на фазу цвітіння частка погодних умов склала 38,47% для вмісту хлорофілу А та 21,92% для вмісту хлорофілу В. При цьому концентрація останнього пігмента мала більш істотну залежність за іншими технологічними факторами досліду. Це підтверджує зроблені нами висновки щодо фізіологічної специфічності формування концентрації хлорофілу В по відношенню до хлорофілу А, відмічену у дослідженнях.

Слід відмітити, що співвідношення концентрації хлорофілів А і В має певні закономірності. За нормального фізіологічного стану рослин нуту звичайного асиміляційної поверхні вміст хлорофілу А майже втричі перевищує вміст хлорофілу В. Результатами наших досліджень показали, що інтервал цього співвідношення у значенні в розрізі варіантів досліду становив 2,17–2,89.

При цьому відмічено більш високе значення цього співвідношення по мірі біологічного старіння рослин і мінімальне його значення було на початковій фазі бутонізації. На варіантах із застосуванням інокуляції на фазі досягання, значення цього співвідношення було на 3,1% більше ніж на варіантах без інокуляції. Застосування обробки посівів мікродобривами підвищувало середнє значення даного співвідношення на 2,8% на неінокульованому фоні та на 3,7% на інокульованому. Застосування позакореневих підживлень у варіанті Бор (В) знижувало співвідношення на 2,3%, а у варіантах Молибден (Мо) та за їх комбінованого застосування підвищувало на 1,2 та 2,7% відповідно. У результаті досліджень, на фазу досягання зерна, співвідношення між концентрацією хлорофілу А і В було максимальним на рівні 2,89, а у варіанті комплексного застосування факторів оптимізації живлення рослин нуту звичайного з результуючим приростом до абсолютного показника 8,9%. Враховуючи той факт, що нижчий рівень даного співвідношення свідчить про інтенсивність старіння асиміляційного апарату за органолептичними ознаками появи світлішого (зелено-жовтого забарвлення листя). Отримані результати підтверджують раніше зроблені висновки про позитивний вплив системи інокуляції та позакореневих підживлень на подовження загальної тривалості фотосинтетичної діяльності листків рослин нуту звичайного на стадії досягання насіння. На підставі досліджень, оптимальним є той факт, що збереження площі асиміляційної поверхні на пізніх етапах онтогенезу, забезпечувало збільшення тривалості періоду фотосинтетичного засвоєння світла посівами нуту звичайного, що сприяло підвищенню урожайності зерна. Наші результати досліджень підтверджуються також даними хлорофільного індексу у варіантах досліду.

Хлорофільний індекс у практиці прикладних досліджень для вивчення фотосинтетичної активності асиміляційного апарату рослин розглядається як індикаторний показник майбутньої господарської продуктивності рослин, який має тісний зв'язок з низкою базових показників у структурі зернової продуктивності нуту звичайного.

Результати визначення цього показника для фаз росту і розвитку рослин нуту звичайного показали закономірні процеси до його зростання від середнього показника по досліду 1,48 г/м² на фазу бутонізації до 2,02 г/м² на фазу цвітіння. Відмічено позитивний вплив на величину показника від застосування інокуляції з приростом у співставленні двох факторів варіантів на рівні 21,9% на користь інокуляції у фазу бутонізації до аналогічного приросту у значенні 26,5% на фазу формування бобів. Внесення мікродобривом на фоні без інокуляції забезпечили аналогічні прирости цього показника на рівні 3,3% та 7,5%, а на фоні з інокуляцією – 6,8% і 12,5%, відповідно. Ефективність застосування позакореневих підживлень була мінімальною у приростах 16–19% за внесення Бор (В) та максимальною за внесення обох мікродобрив, у розрізі фенофаз культури – 34,4–56,8%.

Нами підтверджено, відмічену вище залежність між хлорофільним індексом і урожайністю зерна нуту звичайного у системі співставлення – роки, варіанти і повторення. Відповідно до представленої залежності кореляційний зв'язок між хлорофільним індексом на фазу формування бобів (як фенофази найбільш наближеної до процесу формування структури майбутнього врожаю зерна) та урожайністю зерна нуту звичайного описується рівнянням: Урожайність зерна = 0,0401 + 0,7218 ХЛІ при r = 0,871 (при p < 0,001). У підсумку використання варіанту з інокуляцією та обробкою посіву мікродобривами при застосуванні двох позакореневих підживлень дозволяло забезпечити зернову продуктивність нуту звичайного з істотною та високою достовірністю.

Відомо, що будь-який агроценоз є фотосинтезуючою системою ефективність яка визначається як щільністю розміщення рослин на одиниці площі, так і характером розміщення листків за ярусами та особливостями тривалості їх фізіологічної активності. Існують різні бачення оптимальності площі асиміляційної поверхні для нуту звичайного, яку вважають доцільною. Значення такого інтервалу є досить широким і вкладається у межі від 25 до 60 тис м²/га посіву. Для нуту звичайного питання оптимальної асиміляційної поверхні є недостатньо вивченим. Нами відмічено, що площа асиміляційної поверхні у нуту звичайного змінювалася у досить широких межах 22–53 тис. м²/га у фазі бутонізації-цвітіння і вона залежала як від технологічних заходів вирощування (інокуляція та внесення макро і мікродобрив) так і від погодних умов, особливо у період від фази стеблуння до фази цвітіння. Результати обліку динаміки формування площі листків показано в табл. 3.

Слід зазначити, що динаміка формування площі листків у нуту звичайного залежала від досліджуваних варіантів та мала певні особливості. Більш інтенсивне наростання площі листя спостерігалось до фази формування бобів. Відмічалось, що такий характер динаміки властивий в умовах достатнього і навіть надмірного зволоження, які склалися у період активного росту нуту звичайного від фази стеблуння до фази бутонізації, що відповідало гідротермічним умовам вегетації рослин. На фазу максимального формування асиміляційної поверхні, площа листків в межах варіантів коливалася від 31,8 до 48,1 тис. м²/га. У порівнянні до

можливого потенціалу показника характерного для нуту звичайного на цю фенологічну фазу була у межах від 26 до 55 тис. м²/га. У підсумку середні значення площі листків по варіантах у нуту звичайного на фазу сходів склали 2,35 тис. м²/га, на фазу бутонізації 25,5 тис. м²/га, на фазу цвітіння 34,9 тис. м²/га, на фазу формування бобів 39,8 тис. м²/га та на фазу досягання – 21,0 тис. м²/га.

Таблиця 3. Формування площі листків нуту звичайного залежно від інокуляції та застосування макро- і мікродобрив, тис. м²/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Інокуляція (чинник А)	Добрива (чинник В)	Позакореневе підживлення (чинник С)	Сходи	Бутонізація	Цвітіння	Формування бобів	Досягання бобів
Без інокуляції	Контроль (без добрив)	Без підживлення	2,31	22,3	28,5	31,8	16,1
		Бор (В)	2,33	24,2	31,8	35,9	17,6
		Молибден (Мо)	2,32	22,5	32,2	37,8	19,9
		Бор (В)+Молибден (Мо)	2,33	24,4	32,9	38,7	21,8
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Без підживлення	2,35	23,1	30,1	33,4	17,3
		Бор (В)	2,34	24,8	32,9	36,8	18,5
		Молибден (Мо)	2,35	23,3	33,5	38,5	21,4
З інокуляцією	Контроль (без добрив)	Бор (В)+Молибден (Мо)	2,35	25,2	34,5	40,1	23,9
		Без підживлення	2,35	25,7	33,3	37,4	18,4
		Бор (В)	2,36	27,9	36,8	41,2	19,7
		Молибден (Мо)	2,36	26,2	37,5	43,1	23,5
	N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	Бор (В)+Молибден (Мо)	2,35	28,3	38,9	44,7	25,7
		Без підживлення	2,37	25,5	35,3	39,7	19,7
		Бор (В)	2,38	28,8	39,2	43,7	20,9
		Молибден (Мо)	2,37	26,9	40,1	45,9	24,9
		Бор (В)+Молибден (Мо)	2,38	29,1	41,9	48,1	27,5
<i>НІР₀₅, тис. м²/га</i>							
<i>A</i>			0,02	0,10	0,20	0,19	0,15
<i>B</i>			0,01	0,09	0,16	0,16	0,12
<i>C</i>			0,01	0,09	0,16	0,16	0,12
<i>D</i>			0,02	0,12	0,23	0,22	0,18
<i>AB</i>			0,02	0,15	0,28	0,27	0,22
<i>AC</i>			0,02	0,15	0,28	0,27	0,22
<i>AD</i>			0,03	0,21	0,39	0,39	0,31
<i>BC</i>			0,02	0,12	0,23	0,22	0,18
<i>BD</i>			0,03	0,17	0,32	0,32	0,25
<i>CD</i>			0,03	0,17	0,32	0,32	0,25
<i>ABC</i>			0,03	0,21	0,39	0,39	0,31
<i>ABD</i>			0,05	0,30	0,55	0,55	0,43
<i>ACD</i>			0,05	0,30	0,55	0,55	0,43
<i>BCD</i>			0,04	0,24	0,45	0,45	0,35
<i>ABCD</i>			0,07	0,42	0,78	0,77	0,61

За цих природно-кліматичних умов, відмічено істотність різноманітного впливу досліджуваних факторів досліду на величину цього показника. Варіанти з інокуляцією у середньому забезпечили вищі значення площі листків на 1,3% на фазу сходів, на 15,1% на фазу бутонізації, на 18,2% на фазу цвітіння, на 17,3% на фазу формування бобів та на 15,2% на фазу досягання.

Варіант застосування Бор (В) забезпечив приріст цього показника із мінімальним значенням на рівні 7,2% на фазу досягання та максимальним 10,7% на фазу цвітіння. Аналогічні результати були у варіанті застосування Молибден (Мо) і склали 2,0% на фазу бутонізації та 25% – на фазу досягання.

Вказаний характер формування величини цього показника наглядно характеризувала динаміка зміни площі листків. Відповідно до представлених даних прирости площі листків мали стійку тенденцію до зростання в міру розширення факторів, які залучалися до технології оптимізації живлення нуту звичайного. Тобто, максимальні прирости площі листків у межах 0,368–1,355 тис. м²/га за добу відмічені у варіанті поєднання інокуляції та обробки посівів мікродобривами Бор (В) та Молибден (Мо). При цьому, враховуючи встановлену закономірну динаміку до зниження площі листків у період досягання, слід відмітити також позитивну дію підживлень мікродобривами.

Застосування підживлень дозволяло подовжити період асиміляційної активності та фізіологічної життєздатності листків нуту звичайного на етапі досягання, що сприяло додатковому синтезу пластичних речовин

та оптимізації періоду наливу зерна та його маси. Це підтверджувалося рівнем приростів площі листків на рівні 17,4–38,5% у співставленні до варіанту без підживлень та нижчими значеннями зниження приростів на рівні 13,1–15,7% у варіантах без інокуляції та у варіантах з інокуляцією 20,9–21,1%. Застосування технологічних заходів оптимізації живлення нуту звичайного позитивно впливало на величини лінійних розмірів самих листків, що відобразилось в загальній площі листків рослин за фенофазами у розрізі досліджуваних варіантів.

Як вже відмічалось, формування асиміляційної поверхні у нуту звичайного залежало від гідротермічних особливостей її періоду вегетації. Встановлена обернена залежність площі листків нуту звичайного на фазу цвітіння зі значенням середньодобової температури повітря з рівнем детермінації величини за цим чинником на рівні 38,0–40,0%.

Вказаний характер зміни відображений у рівняннях регресійної залежності з базовими параметрами погодних умов за період посів–цвітіння і дав підстави стверджувати, що інтенсивність формування асиміляційної поверхні нуту звичайного була істотно вища на фоні застосованих нами чинників за рахунок оптимізації його живлення та на фоні помірних середньодобових температур повітря і оптимального зволоження.

На підставі наведених даних, вплив погодних умов мало виражену тенденцію до зниження у фазі формування бобів нуту звичайного з часткою впливу в системі факторів на рівні 80,67% у фазі сходів, та 24,37% у фазі формування бобів з послідуочим зростанням до 34,72% у фазі досягання. Такий характер на заключній фенофазі пов'язаний з безпосереднім впливом гідротермічного режиму довкілля на фізіологічний процес відмирання частини асиміляційного апарату в силу природних процесів старіння рослин. Зниження впливу з мінімумом у фазу формування бобів, пов'язане з процесами зменшенням листкоутворення та перерозподілу пластичних речовин у генеративні органи нуту звичайного.

Висновки. Максимальна збереженість асиміляційної поверхні рослин нуту звичайного за рівнем облистяності відмічена у варіанті інокуляції насння, обробки посівів мікродобривами та застосування сумісних позакорневих підживлень на рівні 39,1% на фазу досягання, що склало 15,7% до контрольного варіанту без застосування вказаних варіантів живлення.

Встановлено динамічні зміни вмісту хлорофілу А та В у листках нуту звичайного, яка корелює як з характером формування облистяності рослин, так і з феностадіями максимального наростання їх вегетативної маси. Середній вміст по досліді на фазу бутонізації склав 1,30 мг/г сирової речовини хлорофілу А та 0,58 мг/г сирової речовини хлорофілу В, на фазу цвітіння – відповідно 1,25 та 0,53 мг/г сирової речовини, а на фазу досягання відповідно – 1,16 та 0,42 мг/г.

Визначено мінімальне значення ФП у варіанті без застосування будь-яких додаткових заходів оптимізації живлення нуту звичайного 0,479 млн. м²/га, а максимальне – на варіанті із комплексним застосуванням даних заходів – 0,869 млн. м²/га із коефіцієнтом прирістного співвідношення 1,8. У міжфазний період сходи-досягання вказані значення для цих же варіантів склали 1,491 млн. м²/га та 2,395 млн. м²/га, тобто вище цього значення з коефіцієнтом приросту 1,6.

Максимальний показник виходу 1 кг врожаю на одиницю ФП відмічено у варіанті комплексного застосування факторів оптимізації живлення нуту звичайного у значенні 826,7 кг на 1 млн. м²/га фотосинтетичного потенціалу, що склало приріст 17,6% до абсолютного контролю без застосування таких елементів оптимізації.

Список використаних джерел

1. Камінський В. Ф. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу / В.Ф. Камінський, А.В. Голодна, Д.С. Шляхтуров. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 109–115.
2. Квітко Г. П., Михальчук Д. П. Нут – перспективна культура для виробництва органічної продовольчої продукції в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Вип. 75. 2015. С. 75–89.
3. Кириченко В. В., Кобизева Л. Н., Петренко В. П. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2009. С. 87–115.
4. Мордванюк М. О. Вивчення впливу інокулянтів та мікродобрив на висоту рослин нуту в умовах правобережного Лісостепу України. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. «Кліматичні зміни та сільське господарство». Виклики для аграрної науки та освіти». Київ – Миколаїв – Херсон. 10–12.04.2019 р. С. 346–348.
5. Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив і регуляторів росту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 72–78.
6. Про перспективні види бобових в Україні. 2022. URL: <https://agropro.club/articles/properspektivni-vidi-bobovih-v-ukrayini/> (Дата звернення 20.02.2023).
7. Развадовський А. М., А. О. Бабич та ін. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. Київ, Урожай 1990. 174 с.
8. Січкач В. І. Бобова для сівозмін Півдня. *Farmer*. 2017. № 10 (94). С. 68–72.
9. Сухова Г. І. Фотосинтетична діяльність сортів сочевиці в умовах Східного Лісостепу України. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослиництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2012. № 2. С. 150–155.
10. Щигорцова О. Л. Вирощування бобових культур – чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України» (16–18 червня 2009 р.). Херсон: ІЗПР УААН, 2009. С. 161–163.

Poberezhna L. V.

Postgraduate student of the Department of Ecology and General Biological Disciplines
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: lydmila19820226@gmail.com
ORCID: 0009-0002-0385-4688

Bakhmat O. M.

Professor at the Department of Ecology and General Biological Subjects Disciplines
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: gerbah@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8015-1567

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF CHICKPEA CROPS DEPENDING ON SEED PROCESSING AND FOLIAR PLANT NUTRITION

Abstract

Problem. It was established that the photosynthesizing activity of chickpea sowing is the main component of the formation of its productivity. The main task is to design such crops that would use solar energy as effectively as possible to accumulate an economically valuable grain crop. This process, in turn, should be based on the study of the dependence of the formation of the leaf surface of the crop on the technological measures of technologies and abiotic factors during the ontogenesis of plants. At the same time, it was noted that the main indicator that best characterizes the condition of common chickpea crops from the point of view of their photosynthetic activity is the area of plant leaves.

Currently, the photosynthetic activity of common chickpea has not been studied much. It is known that chickpea plants, like other legumes, develop leaves gradually, as the stem grows and side shoots develop. At the beginning of the growth and development of chickpea plants, the mass of their leaves and their surface increase slowly, so they have a low competitiveness compared to weeds.

The highest indicators of the photosynthetic potential of common chickpea plants were obtained on the option of applying any additional measures to optimize nutrition – 0.869 million m²/ha with an increase ratio of 1.8. It was established that the highest indicators of net productivity of photosynthesis were observed in the interphase period of emergence-acquisition, the specified values for the same variants were 1.491 million m²/ha and 2.395 million m²/ha, i.e. higher than this value with a growth factor of 1.6.

As a result of the conducted field research, the minimum share of influence on the formation of the leaf area was noted from the application of seed treatment with microfertilizers from 9.87% in the seedling phase to 6.43% in the ripening phase. The share of the influence of foliar fertilization coincided with the period of active growth processes of common chickpea on the interphase period of budding-bean formation and amounted to 39.9%. In the grain ripening phase, among the studied factors in the experiment, the influence of foliar fertilization was the maximum 31.31%, which confirms their role in the active functioning of the leaf apparatus of common chickpea plants in the final stages of the productive period of plant growth and development.

Key words: chickpea, variety, foliar fertilization, micro fertilizers, growth and development, grain yield, quality indicators.

References

1. Kaminskyi, V.F., Holodna, A.V., & Shliakhturov, D.S. (2008). Intensyfikatsiia vyrobnytstva zernobobovykh kultur v umovakh Pivnichnoho Lisostepu [Intensification of the production of legumes in the conditions of the Northern Forest Steppe]. *Agriculture*. Issue 80. p. 109–115.
2. Kvitko, H.P., & Mykhalchuk, D.P. (2015). Nut – perspektyvna kultura dlia vyrobnytstva orhanichnoi prodovolchoi produktsii v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu [Chickpea is a promising crop for the production of organic food products in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, 75, 75–89 [in Ukrainian].
3. Kyrychenko, V.V., Kobyzieva, L.N., & Petrenkova, V.P. (2009). *Identyfikatsiia oznak zernobobovykh kultur (kvasolia, nut, sochevytsia) [Identification of signs of leguminous crops (beans, chickpeas, lentils)]*. V.V. Kyrychenko (Ed.). Kharkiv [in Ukrainian].
4. Mordovaniuk, M.O. (2019). Vyvchennia vplyvu inokuliantiv ta mikrodbryv na vysotu roslyn nutu v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Study of the influence of inoculants and microfertilizers on the height of chickpea plants in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine]. Proceedings from II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyly dlia aharnoï nauky ta osvity" – II International Scientific and Practical conference "Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education". (pp. 346–348). Kyiv-Mykolaiv-Kherson [in Ukrainian].
5. Prysiazhniuk, O.I., & Topchii, O.V. (2017). Formuvannia elementiv struktury vrozhaïnosti sochevytsi zalezhno vid strokiv sivby, mikrodbryv i rehuliatoriv rostu [Formation of lentil yield structure elements depending on sowing dates, microfertilizers and growth regulators]. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. Issue 25. p. 72–78 [in Ukrainian].
6. Pro perspektyvni vydy bobovykh v Ukraini [About promising types of legumes in Ukraine]. (2022). Retrieved from <https://agropro.club/articles/prosperspektivni-vidi-bobovih-v-ukrayini/> [in Ukrainian].
7. Razvadovskyi, A.M., & Babych, A.O. (1990). *Zernobobovi kultury v intensyvnomu zemlerobstvi [Leguminous crops in intensive agriculture]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
8. Sichkar, V.I. (2017). Bobova dlia sivozmin Pivdnia [Legumes for crop rotation in the South]. *Farmer*, 10 (94), 68–72 [in Ukrainian].

-
9. Sykhova, H.I. (2012). Fotosyntetychna diialnist sortiv sochevytsi v umovakh Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic activity of lentil varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk KhNAU. Seriya: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo – KHNAU Bulletin. Series: Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable production*, 2, 150–155 [in Ukrainian].
10. Shchyhortsova, O.L. (2009). Vyroshchuvannia bobovykh kultur – chyny, sochevytsi, horokhu, nutu v Krymu bez zastosuvannia azotnykh dobyrv [Cultivation of leguminous crops – turnips, lentils, peas, chickpeas in the Crimea without the use of nitrogen fertilizers]. Proceedings from *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia “Problemy ta perspektyvy vedennia zemlerobstva v posushlyvii zoni Stepu Ukrainy” – All-Ukrainian scientific and practical conference “Problems and prospects of farming in the arid zone of the Steppe of Ukraine”*. (161–163). Kherson: IZPR UAAN [in Ukrainian].